Optical Absorption, Quantum Hall Effect, and Superconductivity in Graphene: An Interpretation from Quarkbase Cosmology

Carlos Omeñaca Prado

September 2025

Absorción óptica, Hall cuántico y superconductividad en grafeno: una interpretación desde la Cosmología del Quarkbase

Índice

1. Absorción óptica casi constante en grafeno desde la Cosmología del Quarkbase **3**
1.1. Contexto experimental 3
1.2. Limitaciones de la física estándar 3
1.3. Marco Quarkbase 4
1.4. Formulación matemática 4
1.5. Predicciones 5
1.6. Comentario 5

2. El efecto Hall cuántico a temperatura ambiente desde la Cosmología del Quarkbase **6**
2.1. Contexto experimental 6
2.2. Limitaciones del enfoque estándar 6
2.3. Marco Quarkbase 7
2.4. Formulación matemática 7
2.5. Interpretación física 8
2.6. Predicciones 8
2.7. Comentario 8

3. Superconductividad y correlaciones electrónicas en grafeno bilayer torcido **9**
3.1. Contexto experimental 9
3.2. Limitaciones del enfoque estándar 9
3.3. Marco Quarkbase 10
3.4. Formulación matemática 10
3.5. Interpretación física 11
3.6. Predicciones 11
3.7. Comentario 11

4. Conclusión **12**

1. Absorción óptica casi constante en grafeno desde la Cosmología del Quarkbase

La física contemporánea ha mostrado que una monocapa de grafeno absorbe aproximadamente el **2,3 %** de la luz visible en un amplio rango de longitudes de onda. Este valor, sorprendentemente constante, se expresa como $(\pi\alpha)$, donde (α) es la constante de estructura fina. Aunque este hecho se conoce desde 2008, aún no se dispone de un mecanismo físico fundamental que explique por qué un material cristalino 2D exhibe una absorción óptica que parece ser "universal". Los modelos de bandas electrónicas predicen dependencias con la energía del fotón, con defectos y con la temperatura, pero no justifican la invariancia del 2,3 %.

La **Cosmología del Quarkbase** ofrece una explicación novedosa: en este marco, la interacción de la luz con los electrones del grafeno está mediada por las **líneas de presión del éter plasmático**. Dichas líneas, generadas por la red hexagonal de quarkbases compactos, imponen una condición de resonancia universal que fija la fracción de energía absorbida. De este modo, la supuesta "coincidencia matemática" se convierte en una predicción natural de la teoría.

1.1. Contexto experimental

- El valor de absorción ($\approx 2{,}3\,\%$) fue reportado por Nair et al. (*Science*, 2008) y confirmado por múltiples grupos.
- Se mantiene constante entre longitudes de onda de **450 nm a 800 nm**, con ligeras desviaciones fuera de ese rango.
- La absorción es independiente de la temperatura (hasta varios cientos de K), del grado de dopaje moderado y del número de defectos puntuales introducidos.
- El fenómeno es lineal: cada capa adicional de grafeno añade $\sim 2{,}3\,\%$ de absorción.

Esto sugiere un mecanismo universal, independiente de detalles de dispersión electrónica.

1.2. Limitaciones de la física estándar

La explicación estándar usa el formalismo de Dirac fermions en 2D y concluye que la absorción óptica se aproxima a $(\pi\alpha)$. Sin embargo:

1. La derivación es en gran parte **fenomenológica**, no mecanicista: no se explica *por qué* los electrones de grafeno reproducen (α).

2. Se omite el papel del medio subyacente: el vacío se trata como pasivo.

3. La invariancia ante defectos y temperatura sigue sin justificación.

En otras palabras, el valor emerge "milagrosamente" de cálculos cuánticos, pero no tiene una raíz física clara.

1.3. Marco Quarkbase

En la Cosmología del Quarkbase:

- El grafeno se entiende como una red de **quarkbases compactos** que generan **cavidades hexagonales** en el éter plasmático.
- Cuando un fotón incide, no interacciona únicamente con electrones, sino con la vibración del éter plasmático **desplazado** por los electrones y las cavidades.
- Las **líneas de presión** dentro de cada hexágono actúan como canales resonantes.
- La condición de resonancia fija la fracción de energía absorbida como:

$$A = \pi \alpha_{\mathrm{QB}}, \tag{1}$$

donde (α_{QB}) es la constante de estructura fina reinterpretada en el marco Quarkbase como la **razón entre energía de torsión del éter y energía electromagnética libre**.

1.4. Formulación matemática

Partimos de la definición experimental de absorción:

$$A = \frac{P_{\mathrm{abs}}}{P_{\mathrm{inc}}}, \tag{2}$$

donde (P_{abs}) es la potencia absorbida y (P_{inc}) la potencia incidente.

En grafeno, los electrones del punto de Dirac tienen densidad tendente a cero, pero en el marco Quarkbase existe una densidad **efectiva residual** (n_{eff}) debida a los canales de presión:

$$\sigma_{\mathrm{Qbase}} \approx e\, n_{\mathrm{eff}}\, \mu_Q. \tag{3}$$

La absorbancia puede expresarse como:

$$A = \frac{Z_0 \, \sigma_{\text{Qbase}}}{2}, \tag{4}$$

donde ($Z_0 \approx 377\,\Omega$) es la impedancia del vacío. Sustituyendo:

$$A \approx \frac{Z_0 \, e \, n_{\text{eff}} \, \mu_Q}{2}. \tag{5}$$

El modelo Quarkbase predice que ($n_{\text{eff}} \, \mu_Q$) se ajusta universalmente para que:

$$A = \pi \alpha_{\text{QB}}. \tag{6}$$

Si ($\alpha_{\text{QB}} = \alpha$), recuperamos exactamente el valor experimental ($A \approx$ 0,023).

1.5. Predicciones

1. **Curvatura y tensión**: deformar la red altera las cavidades → debería variar ligeramente (n_{eff}) y, por tanto, la absorbancia.

2. **Otros materiales 2D**: en BN o MoS_2, sin la misma coherencia de líneas de presión, la absorbancia no seguirá ($\pi\alpha$).

3. **Número de capas**: cada capa añade 2.3 % porque cada red hexagonal independiente genera su propio sistema de resonancia del éter plasmático.

1.6. Comentario

El misterio de la absorción óptica constante en grafeno encuentra una explicación natural en la **Cosmología del Quarkbase**. Lo que la física estándar interpreta como un "milagro matemático" ($A \approx \pi\alpha$) se revela como consecuencia del **entramado quarkbase-éter**, que establece canales de presión con resonancia universal.

Este resultado no solo resuelve una anomalía conceptual, sino que abre la puerta a **ingeniería óptica basada en cavidades de éter plasmático**, donde la absorción pueda diseñarse y controlarse más allá de lo que permite la física convencional.

2. El efecto Hall cuántico a temperatura ambiente desde la Cosmología del Quarkbase

El grafeno presenta el efecto Hall cuántico incluso a **temperatura ambiente**, algo sorprendente, pues este fenómeno requiere en los materiales convencionales condiciones criogénicas (< 10 K) y campos magnéticos intensos. La física estándar no logra explicar de manera completa cómo los estados de Landau permanecen estables frente a la dispersión térmica y frente a impurezas.

La **Cosmología del Quarkbase** aporta una interpretación novedosa: la estabilidad de los estados de Landau se debe a la **rigidez del éter plasmático desplazado** por los quarkbases que constituyen la red hexagonal del grafeno. En este marco, las líneas de presión del éter crean cavidades resonantes que fijan los niveles cuánticos con una robustez superior, impidiendo que la termodinámica clásica destruya la cuantización.

2.1. Contexto experimental

- En grafeno, el efecto Hall cuántico se observa hasta **300 K** (Novoselov et al., *Science*, 2007).
- Los **plateaus de conductividad Hall** aparecen bien definidos a temperatura ambiente y con campos magnéticos relativamente accesibles (~ 10 T).
- Esto contrasta con semiconductores clásicos (GaAs, Si), donde la dispersión térmica destruye los estados de Landau por encima de pocos K.
- La física estándar explica la resistencia mediante la linealidad de la relación energía-momento en el grafeno, pero no justifica la *estabilidad cuántica extrema*.

2.2. Limitaciones del enfoque estándar

- En la descripción habitual, los electrones de grafeno se comportan como fermiones de Dirac en 2D con velocidad de Fermi ($v_F \approx 10^6\,\mathrm{m/s}$).
- El espaciamiento de niveles de Landau es:

$$E_n = \pm v_F \sqrt{2e\hbar B n}. \tag{7}$$

- Este espaciamiento es mayor que en semiconductores convencionales, pero aun así, a 300 K $\left(k_B T \approx 25\,\text{meV}\right)$, debería difuminar los niveles y borrar los plateaus.
- La persistencia de plateaus definidos sugiere un **mecanismo adicional de estabilización** no explicado por la física estándar.

2.3. Marco Quarkbase

En la Cosmología del Quarkbase:

- Cada electrón está acoplado al éter plasmático desplazado por la red de quarkbases.
- Un campo magnético no es un ente externo, sino un **patrón helicoidal de líneas de presión del éter**.
- Al moverse los electrones en ese patrón, las cavidades hexagonales actúan como **resonadores tridimensionales** que fijan las trayectorias en órbitas discretas.
- La energía de Landau se interpreta como el equilibrio entre la vibración lineal del electrón y la torsión helicoidal del éter:

$$E_n^{\text{QB}} = \hbar\,\omega_{c,\text{eff}}\,\sqrt{n}, \tag{8}$$

donde $(\omega_{c,\text{eff}})$ incluye la contribución de la rigidez del éter.

2.4. Formulación matemática

En el marco clásico, la energía característica es:

$$\Delta E = \hbar\omega_c = \hbar\frac{eB}{m^*}. \tag{9}$$

En grafeno, con electrones tipo Dirac:

$$\Delta E \sim v_F\sqrt{2e\hbar B}. \tag{10}$$

En Quarkbase, añadimos la energía de confinamiento del éter plasmático:

$$\Delta E_{\text{QB}} = v_F\sqrt{2e\hbar B} + \hbar\Omega_{\text{ether}}. \tag{11}$$

Donde (Ω_{ether}) es la frecuencia de resonancia asociada a las cavidades hexagonales del éter desplazado.

- Para un hexágono típico con lado ($a \sim 0{,}14\,\text{nm}$), el modo fundamental del éter da una contribución de decenas de meV.
- Así, incluso a 300 K, $\left(k_B T \sim 25\,\text{meV}\right)$, los niveles permanecen separados por una brecha mayor, garantizando la estabilidad de los plateaus Hall.

2.5. Interpretación física

- Los estados de Landau en grafeno no se "derriten" térmicamente porque el **éter plasmático fija un confinamiento adicional**.
- El calor excita vibraciones, pero estas no destruyen la coherencia de las cavidades del éter, que se reorganizan manteniendo los niveles.
- La robustez del efecto Hall cuántico se convierte en una **predicción natural del Quarkbase**, en lugar de ser un misterio en la física estándar.

2.6. Predicciones

1. **Dependencia geométrica**: deformar el grafeno (tensión, curvatura) debe alterar (Ω_{ether}) $\rightarrow$ cambia la estabilidad del efecto Hall.
2. **Comparación con otros materiales 2D**: MoS_2 o BN no deberían mostrar efecto Hall cuántico tan estable, ya que su entramado no genera cavidades coherentes del éter.
3. **Dispositivos controlados**: al diseñar cavidades artificiales (grafeno curvado o con patrones), se podría **ajustar la temperatura crítica** para el efecto Hall cuántico.

2.7. Comentario

El enigma del **efecto Hall cuántico a temperatura ambiente** encuentra una solución clara en la Cosmología del Quarkbase. La adición de un término de resonancia del éter plasmático explica cómo los niveles de Landau mantienen su integridad incluso frente a la agitación térmica.

Así, lo que parecía un fenómeno "excepcional" del grafeno se convierte en una consecuencia inevitable de la interacción entre electrones y el entramado quarkbase-éter.

3. Superconductividad y correlaciones electrónicas en grafeno bilayer torcido

Uno de los descubrimientos más sorprendentes en la física de la materia condensada es que el grafeno bilayer, cuando se apilan dos capas con un ángulo de rotación cercano a **1.1°** (el llamado *ángulo mágico*), desarrolla superconductividad y estados de Mott fuertemente correlacionados. La física estándar describe parcialmente este fenómeno en términos de bandas planas y fuertes interacciones electrón-electrón, pero el mecanismo último de por qué un simple ángulo desencadena un comportamiento radicalmente distinto sigue siendo un misterio.

La **Cosmología del Quarkbase** propone una explicación distinta: el ángulo mágico corresponde a una condición de **resonancia geométrica** de las cavidades del éter plasmático desplazado por los quarkbases de ambas capas. Esta resonancia produce un alineamiento global de las líneas de presión, reduciendo drásticamente la dispersión electrónica y permitiendo la formación de pares electrónicos coherentes, análogos a los pares de Cooper, pero mediados por el éter.

3.1. Contexto experimental

- El grafeno bilayer torcido muestra superconductividad por debajo de $\sim$1–3 K al ángulo mágico ($\sim$1.1°).
- También aparecen estados de Mott, aislantes correlacionados y ferromagnetismo no convencional.
- La teoría estándar (modelos de bandas planas) no explica por qué la superconductividad surge **solo en ese ángulo** ni la naturaleza exacta de la correlación.

3.2. Limitaciones del enfoque estándar

- La física convencional recurre a la **teoría de Hubbard** o modelos de correlaciones fuertes para explicar el aislamiento tipo Mott.
- Sin embargo, estas explicaciones requieren ajustes *ad hoc* y no aclaran por qué el ángulo mágico es único ni cómo se selecciona tan precisamente.
- Falta un mecanismo físico claro para la reducción extrema de la dispersión electrónica.

3.3. Marco Quarkbase

En la visión del Quarkbase:

- Cada capa de grafeno desplaza al éter plasmático formando un **patrón de cavidades hexagonales**.
- Al superponerse dos capas con un ángulo, se generan patrones de **moiré** que modifican la distribución de cavidades y líneas de presión.
- Cuando el ángulo es arbitrario, los patrones interfieren sin resonancia $\rightarrow$ dispersión electrónica alta.
- En el ángulo mágico, las cavidades de ambas capas entran en **resonancia tridimensional**: las líneas de presión se alinean, creando **canales de flujo electrónico de mínima tensión**.
- El resultado: los electrones se mueven coherentemente y pueden formar pares ligados por el éter, no por fonones como en la superconductividad convencional.

3.4. Formulación matemática

Sea $\psi(\mathbf{r})$ la función de onda electrónica en el patrón de moiré. La energía electrónica total incluye:

$$E = E_{\text{band}} + E_{\text{ether}}. \tag{12}$$

Donde:

- E_{band}: energía de bandas planas estándar.
- E_{ether}: energía de acoplamiento al éter plasmático.

La contribución del éter puede modelarse como:

$$E_{\text{ether}} \sim -\lambda \cos(\Delta\theta), \tag{13}$$

donde:

- $\Delta\theta$: diferencia angular entre cavidades hexagonales de ambas capas.
- λ: constante de acoplamiento del éter.

Cuando $\Delta\theta \approx 1{,}1°$:

$$E_{\text{ether}} \to -\lambda, \tag{14}$$

máxima reducción de energía $\to$ formación estable de pares electrónicos.

El gap superconductor estimado sería:

$$\Delta_{\text{QB}} \sim \hbar\Omega_{\text{ether}}, \tag{15}$$

donde Ω_{ether} es la frecuencia de resonancia de las cavidades alineadas.

3.5. Interpretación física

- El *ángulo mágico* no es casual: corresponde a la condición geométrica de **resonancia máxima del éter plasmático**.
- La superconductividad no depende solo de electrones y fonones, sino del acoplamiento electrónico con las líneas de presión coherentes del éter.
- Los estados de Mott aparecen cuando el alineamiento bloquea parcialmente los canales, confinando electrones en cavidades específicas.

3.6. Predicciones

1. **Otros ángulos de resonancia**: podrían existir superconductividades débiles en ángulos distintos, asociados a resonancias secundarias del éter.
2. **Materiales análogos**: en sistemas como hBN bilayer, si no existe un patrón coherente de cavidades, no debería surgir superconductividad.
3. **Control experimental**: aplicar presión o tensión al bilayer debería modificar Ω_{ether} y, por tanto, la temperatura crítica (T_c).

3.7. Comentario

El fenómeno del **grafeno bilayer torcido al ángulo mágico** encuentra una explicación natural en la Cosmología del Quarkbase. La resonancia geométrica de las cavidades del éter plasmático explica la aparición de superconductividad, los estados de Mott y la drástica dependencia angular.

En lugar de un ajuste de modelos electrónicos convencionales, se revela un mecanismo universal: la **armonización del entramado quarkbase-éter** como base de nuevas fases cuánticas de la materia.

4. Conclusión

Absorción óptica, Hall cuántico y superconductividad en grafeno: una interpretación desde la Cosmología del Quarkbase

La Cosmología del Quarkbase, al introducir el concepto de *éter plasmático* y líneas de presión generadas por los quarkbases, ofrece un marco alternativo para interpretar fenómenos del grafeno que la física contemporánea describe pero no explica en su origen físico.

1. La **absorción óptica constante** deja de ser un simple ajuste a la constante de estructura fina y se entiende como resultado de un acoplamiento universal entre fotones y cavidades de presión hexagonales, independiente de la longitud de onda.

2. El **efecto Hall cuántico a temperatura ambiente** se interpreta como la estabilización natural de estados de Landau gracias al anclaje de electrones en resonancias del éter plasmático, evitando dispersión incluso sin criogenia.

3. La **superconductividad en grafeno bilayer torcido** se asocia a la emergencia de cavidades de presión moiré que permiten pares electrónicos resonantes con mínima pérdida, algo no previsto por modelos estándares.

En conjunto, estas reinterpretaciones no solo proporcionan mecanismos físicos claros, sino que además generan predicciones experimentales concretas: variación de absorción bajo distorsión geométrica, modificación del Hall cuántico en estructuras no hexagonales y control del ángulo crítico de superconductividad a través de ingeniería del éter plasmático.

Así, la Cosmología del Quarkbase se consolida como una propuesta capaz de aportar respuestas matemáticas y físicas a enigmas de la materia condensada, ofreciendo una vía prometedora para la exploración tecnológica del grafeno y otros materiales bidimensionales.